

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 55-035173  
(43)Date of publication of application : 12.03.1980

(51) Int. Cl.

F04D 27/02

(21) Application number : 53-108773

(22) Date of filing : 02.09.1978

(71)Applicant : KOBE STEEL LTD

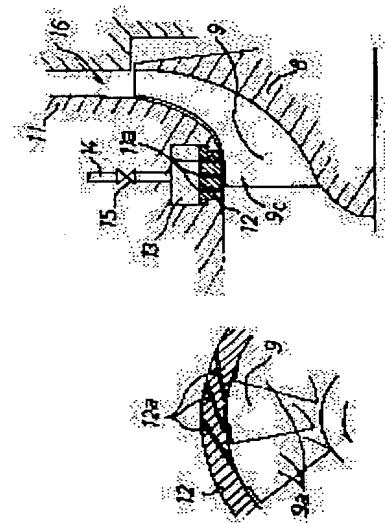
(72)Inventor : SATO SADAO  
HOSOMI SHIGETO

(54) METHOD OF AND APPARATUS FOR ENLARGING SURGE MARGIN IN CENTRIFUGAL COMPRESSOR AND AXIAL FLOW COMPRESSOR

**(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To permit enlargement of the surge margin without reducing the maximum stage efficiency by arranging such that part of fluid on the high pressure side is introduced to an inducer tip portion of a vane wheel at an instant when the working point of the compressor reaches a

**CONSTITUTION:** When the working point of the compressor reaches a point right before the surge point or the neighborhood of a stall point, this is detected, and at the same time part of the high pressure fluid extracted from a high pressure section of the compressor is led through a duct 14 and an on-off valve 13 to a header section 13, and is injected as a high speed jet from jet ports 12a of an injection ring 12 into an inducer tip section 9c. In consequence, instable low speed fluid over a vane surface 8 is given energy to increase the insensity of turbulence, whereby the boundary layer is prevente from being peeled-off or re-attached. In this way, an effect of enlarging the surge margin is reliably obtained to permit stable operation.



## **LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

⑨ 日本国特許庁 (JP) ⑩ 特許出願公開  
 ⑪ 公開特許公報 (A) 昭55-35173  
 ⑫ Int. Cl. ⑬ 類別記号 ⑭ 延内整理番号 ⑮ 公開 昭和55年(1980)3月12日  
 F 04 D 27/02 7718-3H ⑯ 発明の数 2  
 ⑰ 審査請求 未請求  
 (全 9 頁)

⑨ 送心圧縮機および軸流圧縮機におけるサージ  
 マージン拡大方法及び装置

⑪ 特 願 昭53-108773  
 ⑫ 出 願 昭53(1978)9月2日  
 ⑬ 発明者 佐藤定男

神戸市灘区鶴甲1丁目4番8号

⑩ 発明者 細見成人  
 芦屋市三条町47番地の35  
 ⑪ 出願人 株式会社神戸製鋼所  
 神戸市兵庫区臨浜町1丁目3番  
 18号  
 ⑫ 代理人 弁理士 安田敏雄

明細書

1. 発明の名称

送心圧縮機および軸流圧縮機におけるサージ  
 マージン拡大方法及び装置

2. 特許請求の範囲

1. 圧縮機の最高点がサージ点直前または失速風量点近傍にあつた時点で、送心圧縮機では翼面のインデューサテップ部位および/または翼面に、軸流圧縮機では回転軸流翼内テップ部位および/または翼面に、高圧側の流体の一端を導入し、高圧側吸流にして吸付せしめることを特徴とする送心圧縮機および軸流圧縮機におけるサージマージン拡大方法。

2. サージング内蔵のインデューサテップ部または回転軸流翼内テップ部に対応する位置で、それらテップ部に近接して多孔板もしくは多孔質体からなる環状のインジェクションリングを設けるとともに、該インジェクションリング部に送風機の高圧側に通達する導管を周囲外を介して接続したことを特徴とする送心圧縮機およ

び軸流圧縮機におけるサージマージン拡大装置。

3. 発明の詳細を説明

本発明は、送心圧縮機および軸流圧縮機において、風の最大流量を低下させることなく、そのサージマージンを拡大させることを可能とした新しい方法と装置の提供に関するものである。

周知のように送心圧縮機および軸流圧縮機においては、設計点流量からその流量を減少させていった場合、ある流量(この流量に固有の流量)になると突然不安定現象が発生し、これ以下の流量では、圧縮機全体が大きな衝撃を伴つて振動し、正常な運転が不可能となるのであり、この現象を所謂サージングと称し、サージングの始まる流量をサージ点流量、サージ点流量から設計点流量までの流量範囲をサージマージン(サージ余裕)と呼んでいるのである。周知第1図のグラフ図において、横軸はヘッド(マーメイド)を示し、直線は流量を示しており、(Q<sub>0</sub>)はサージ流量点、(Q<sub>1</sub>)は設計流量点を示し、(Q<sub>2</sub>)はサージ流量、(Q<sub>3</sub>)は設計流量であり、このサージ流量(Q<sub>2</sub>)と設計流量

(a) 陽形断面サージマージン山で、矢印方向にサージマージン山を拡大することは、該該圧縮機の運転流量範囲を拡大することになるので、広汎を需要は対応できる圧縮機という点で、サージマージン山の拡大はこの種圧縮機において強く要求される点である。

いままでもなく歴史圧縮機および時流圧縮機における効率の向上と、前記したサージマージン拡大の努力は歴史から行なわれている所であるが、ここで問題となるのは、一般的に該該機の最大効率の値とサージマージン山の広さとは、互いに相反する関係にあつて両立し難いという点である。

即ち第2図は歴史の各種サージマージン拡大の手段によつて得られる圧縮機のサージマージンと該該最大効率との相関関係を示したグラフ圖でもつて、図中にかいて横軸は該該機の最大効率(%)を示し、縦軸はサージマージン率(1-0.80/2.0)を示してあり、また図中の矢印は僅をしいサージマージンは大方方向を示しているが、図示のように、サージマージンの拡大に伴ない、曲線に沿つて該該

効率は低下する傾向にあり、サージマージンの拡大を該該最大効率の低下をした得ようとする点に困難性がある。

例えばサージマージンを拡大するための既存技術として、具体的な例を挙げれば、該該圧縮機で試みられているケーシングトリートメント手段がある。第3図はその基本思想を示してあり、同図において山は該該機体の奥部で液体は矢印方向に進行し、(a)は曲面、(b)はケーシングドームを示し、山は入口案内翼、(c)は動翼(翼車)、(d)は静翼を示しているが、図示のように動翼(d)の先端に對応するケーシングドームにケーシングトリートメント用ドームを配置するのである。このケーシングトリートメント用ドームの形状、構造等としては第3図(a)～(d)に例示したようものが既知である。即ち、同図に例示した複数にめぐる周囲流(7a)の外壁によるセンタムフレンジヤルダムタイプのトリートメント(7b)、同図(d)に例示したように円周方向に亘つて平行列設された斜筋(7c)等によるブレーディングアンダルスロットタイプのトリー

トメント(7d)、更には同図(d)に例示したようを輪方向長さを持つ曲面の壁(7e)が平行状に円周をめぐつて列設されるアキシャルスキュウドスロットタイプのトリートメント(7f)等である。

現在の所、これらのケーシングトリートメント手段によるサージマージンの拡大に亘つても、その効率低下は不可避的であることが本発明者の実験によつても確認されている。即ち第4図はケーシングトリートメントの特性を示したグラフ圖であり、図にかいて横軸は流量(%)、縦軸は圧縮機効率(%)を示しているが、(a)はケーシングトリートメントを用いた場合の特性曲線を示し、(b)は第3図(a)～(d)等で説明したトリートメントを用いた場合の特性曲線を示し、(c)は同様にケーシングトリートメントを用いることによつて、サージマージンは拡大されるが、同時に該該最大効率(%)の低下を不可避的に伴ない、結果として第2図のようない一致の傾向を示すのである。

今、圧縮機におけるこの種サージマージンの原因について考えれば、その主な原因は、圧縮機

車輌山の境界層の失速を伴う抗動不安定現象にある。即ち低流量にすれば、翼車縁近傍の空力負荷が増大し、その結果、翼面(翼車面)上の境界層は急激に失速し(厚くなり)、制限し易くなると共に、流体に作用する遠心力が大きくなり、翼面全体の境界層の抗動動量流体が翼車先端一端入翼先端(インデューサチップ端)部分に集中し、この付近の翼面曲線も凸であることが影響を及ぼし翼車先端、翼車入翼面上の境界層は自ら不安定な状況にさらされる。この境界層の制限はミクロ的には常に不安定であるが、サージなどで発生する翼面現象は圧縮機全体としても不安定化し、最終的には大きなエネルギーを伴う系全体の空力振動の発生となるのである。

後方設計点風量の範囲に対しては、翼や流体過路の形状、曲がり及び寸法等が適正な空力負荷となるよう設計されており、この種の不安定な状況の発生がなく当然設計率も高い訳である。

一般に、この設計点風量に対する流体力学的設計が適切であつて空力負荷や効率の高い圧縮機

ないことであるから、効率的にはいうまでもなく低いものとなる(この点については後に本発明と比較して評述する)。

ほど、低風量ではこの種流体力学的な流れの風量が著しく、失速やサージングによる影響が著しく結果としてサージマージンが狭くなる。

先に述べた従来のケーシングトリートメントの場合には流体過路に與何学的変更を加える種類のものであるから、確かに低風量のときには、流チップに接する低風量流体をグループやスロットに押込み、或は吹抜けを助け、さらに翼の過大な空力負荷を減少せしめてサージマージンの拡大に効果を有するのである。然しながら反面與何学的な変更であるため、設計点風量であつて本来不安定流動のない場合にも、流体過路に同様の作用を有し、この結果設計点近傍の最大効率をも必然的に低下せしめるに至るのである。

サージングを回避する従来技術として、一般に行なわれている手段に、サージング流量以下の風量が要求される場合に、いったんサージング風量以上の風量を圧縮した後、余分の風量を放風乃至は吸込みにバイパスさせる手段があるが、これはその余分の風量を圧縮する能力が有効に使用され

本発明は以上に例を挙げたような従来のサージマージンは大むかび回路の手段に対し、遠心乃至は圧縮機にかける最大効率(および設計点の効率等の全体性)の低下を生じることなく、そのサージマージンを実用装置に拡大できるようにし、且つ低風量点でも効率よく運転できる点を最大の特徴とするものであるが、これを総じて本発明者らの実験結果で示したもののが第5図である。即ち同図において横軸は吐出風量比、縦軸は圧縮機効率比及び昇圧ヘッド比である。実線は本発明の構造を採用する場合及び採用しない場合の2通りの特性曲線が全く一致することを示しており、破線はさらに本発明の方法を適用する場合にサージマージンの拡大が得られることを示している。即ち第5図に示したケーシングトリートメント手段によるものと異なつて、最大効率及びその他の設計点に近い運転範囲の高い、風量域で効率を

全く損なうことなく、サージマージンの拡大が得られることを示している。

このような特性曲線を得るために、本発明では圧縮機の運転点がサージ点直前または失速風量附近に到つた時点で、遠心圧縮機では車のインディーナチップ部位をとびこむまたは翼間に、離心圧縮機では回転時相風流チップ部位をとびこむまたは翼間に、高圧側の流体の一部を導入し、高圧度噴流にして噴射せしめることによりサージマージンを拡大したものである。

以下図示の実施例に基いて本発明を評述する。第6図は遠心圧縮機車におけるその原則的な構成例を示してあり、同図において図は車、図は車の一部であるインディーナ、(a)は圧力面、(b)は吸入口をそれぞれ示しているが、このような車の前輪近傍または車間へ、矢印aで示すように圧縮機高圧部の圧縮ガスの少量を周囲の噴流として噴射させるのである。

第7図に示したもののは本発明装置の具体的実施例の1つであつて、図例は遠心圧縮機に実施した

ものであるが、同図において図は車、図はインディーナを示し、図示のようにこの車のインディーナチップ部(10)およびノズルまたはインディーナの凹面に対応して、ケーシング即に風車のインジエクションリング部(20)を配置し、同リングは開口方向を決定するよう実施して開孔された多數の噴出孔(12a)を有する多孔板もしくは多孔質体を用いて形成し、ケーシング即には同リング部(20)と連通するヘッダー室(11)、同ヘッダーリング部(20)に接続し、かつ圧縮機高圧部より抽出される高圧流体の導管部を前輪充満部(14)を介して接続するのである。即ち前輪充満部(14)はディフューザ部を示し、また図示省略してあるが、無風にはサージングを検出する検出部、例えば吐出圧の限界の加速度を検出する検出部、圧縮機高圧部からの高圧流体の一端を抽出する抽出部、例えば吐出管から取出分岐される分岐管等による抽出部が設けられるのである。前輪充満部(14)は取出させる流体の流量、速度(ヘッダ室の圧力)を調節する制御弁としても働くものであるが、このさいヘッダ室の高圧流体をインジ

エクションリング回に上つて高速度噴出にして噴射せることが必要で、また噴出部の材質や噴出孔の形状、その噴出せる位置および方向に関しては、以下の事項は必要かつ考慮を要する点である。

今これらについて述べると、前記した環状のインジェクションリング回の材質としては、通常の金属材料による固体、ファイバーラス等を東ねて構成された如き複合材料、あるいはヘリカル材等が適当である。またそのリング回における噴出孔(12a)の形状は、直径数一程度の丸で、円周方向に直り翼片回の底と同程度の間隔並べたものを主とし、列数は1列乃至複数列とするのであり、第8回に例示するようなものを始めとして、オリフィス、平行孔、先端円孔、末広円孔、不定形キヤビクリー等自由に設計できる。またその噴出位置は第8回に示すをもつて図示したエリヤ回に示されるように、翼片回の翼片回の内側空間および/または翼車室内(前線(16)より離コード長さの外側度以内)、もしくは翼車室内前線近傍および/ま

たは翼間に噴射させることにより、翼面上の不安定を低減歯突体エネルギーを付与し、飛行速度を高めることによつて、その翼表面の剥離を停止し成はれ付着を行なわせしめるのであるが、この場合、インデューナ部位における低速飛行度や剥離度を低減する為に充分なる大きさの運動量(質量の速度)が必要であり、高速噴流の運動量(質量)およびその可使用仕事率を高める必要がある。即ち $\frac{1}{2}mv^2$ ( $v$ は噴流速度)において、インジェクションリング回の手前のヘリカル回にかかる圧力、速度をそれぞれ $p_1$ 、 $v_1$ とし、リング回の出口側(インデューナ部)の圧力と速度をそれぞれ $p_2$ 、 $v_2$ とすると、 $\frac{p_1}{p_2} \geq \frac{1}{E+1}$ なら、噴出孔(12a)からの噴出速度は $v = \sqrt{2(p_1 - p_2)}$ 、同噴出量は $Q = \rho A \cdot \frac{v_1}{2}$ ( $\rho$ は噴出孔面積)であり、従つて $Q \propto v$ となる。後方噴流のエネルギーは $\frac{1}{2}mv^2$ となり $\frac{1}{2}mv^2 \propto v^2$ となる。従つてインジェクションリング回を剥離弁回より下流に配置、高い位置をヘリ

特開昭55-35173(4)

たは翼車内であり、その噴出方向は第10回(1)の剥離弁に直交する面内でそれぞれ矢印で示したように、半径方向内、または翼車回転直方内、または翼車回転逆方内であり、あるいは第10回(4)の剥離弁を含む子午面内で半径方向内、内側方向内、外側方向内が考えられこれらの場合をも自由である。また噴孔からの噴出流量や速度、即ちヘリカル圧力の適度は、先にも述べたように剥離弁回によるとも、あるいは剥離弁回にとることもでき、更には噴出孔(12a)の所面積乃至噴出孔個数の増減変化等によつて行なうことができる。

本発明によれば、圧縮機における運転点が、タービン駆動または失速風量に近傍に到つた時点でこれを噴出すると同時に、圧縮機直圧部(例えばディフューザー、スコール、吐出管(次のステージ等))から噴出した高圧流体の一端を、導管の剥離弁回を介してヘリカル(プレナム)回に導き、インジェクションリング回の噴出孔(12a)より高速度噴流にして、重心圧縮機においては翼車のインデューナ部(前線および/または翼間に、

同一部回内に確保することにより、 $\Delta v$ および $\Delta p$ を高めることができ、充分な仕事量が得られ、しかもこれをインデューナ部(前線)と対応するケーシング側に近接して設計することにより、高速度噴流の確実を生じるかそれなく、不安定流れを生じてゐるインデューナ部(前線)に効果的にかつ強力に作用させ、そのターピンマージン拡大効果も確実に得られ安定な運転が可能となるのであり、この結果ターピンはより低速度域に容易に駆動し、先に第5回の改訂で示したような特性曲線が得られ、本発明の目的を達成できる。

先に述べたように既来の技術であるケーシングトリートメント手段と比較しても、第11回に本発明とケーシングトリートメント手段との比較を示すように、即ちにおいて実績は本発明による特性曲線、点線はトリートメントによる特性曲線を示す)、ケーシングトリートメント手段では、そのターピンマージンの拡大が、同時に先に述べた理由によつて設計点および最高効率点の大きさを効率低下を伴つたが、これに反し本発明手段の効率が高い

理由は次の如くである。即ち、多孔板等のインジエクションリングはこのような翼間の液体通路の幾何学的変更でなく、低流量域において不安定となる時に、積極的に高エネルギーの気流の少量を局部に噴射して供給するのみであるから、その噴出のない通常の運転点では効率の低下が全くないことに特徴するのである。本発明手段によつて設計点・最大効率点の効率の低下なしにサーチャージングの拡大が容易に可能であり、同時に低流量域での動力削減も可能となるのである。

又、先にも述べたように他の従来技術である「放風」乃至「バイパス」の手段と本発明手段とを比較すれば、第12図の如く、「放風」「バイパス」方式では、サーチャージ流量9A以下での流量9Aのみが必要な場合でも圧縮機としては9Aで運転し（実際には若干9Aより安全を見て多量供給とする）、不必要な流量9A-9Aにいつたん各えたエネルギーをそのまま「放風」「バイパス」により捨てて運転するのである。圧縮機動力は運転動力ATよりはるかに高い9Aとならざるを得ない。

要となる。又、本発明実施のためには第7図のバルブ弁を必要とするが、その流量は9B0-9Aよりはるかに少ない9B1-9B2であり、小口径の弁で充分である。また本発明装置によれば、その製作容易で低コストで得られると共に構造も簡単で信頼性も大であり、省心、省能、各圧縮機におけるサーチャージング拡大手段としてきわめて優れたものである。

#### 各図の簡単な説明

第1図はサーチャージングの説明グラフ図、第2図はサーチャージングと最大効率回転グラフ図、第3図はケーシングドリートメントメント説明図、第4図はケーシングドリートメントメントの特性グラフ図、第5図は本発明による実験特性グラフ図、第6図は本発明方法の実験例図、第7図は円板型実験例図、第8図は同噴出孔形状の、第9図は同噴出位置の、第10図は同噴出方向の各実験例図、第11、12図は本発明方法と従来手段との比較グラフ図である。

図一効率、図一インデューサー、図一喷射、図一ケーシング、図一環状インジエクションリング。

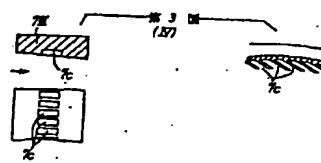
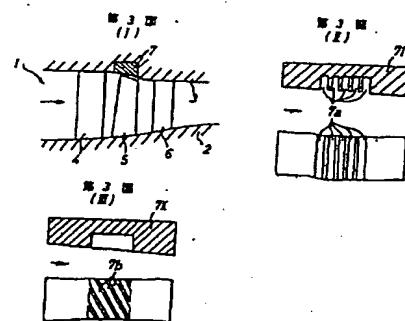
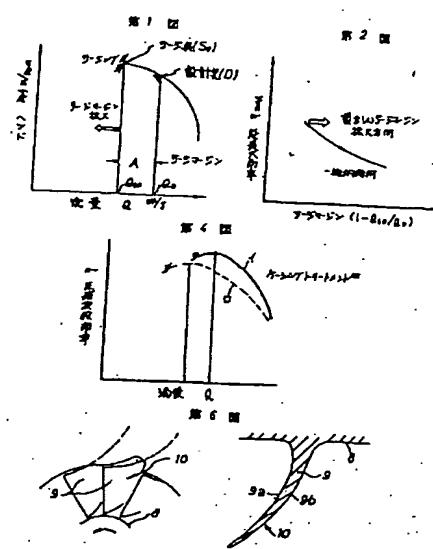
これに対し本発明では、同図で明らかなようにサーチャージ流量9A以下での流量9Aにおいて、流量の一回(9B0-9A)ではなく、それよりも少ない9B1-9B2程度の量である）を使用して、インジエクションにより安定な運転を低流量域で行なうものであるため、動力は9Aでよくその効率は9A(9B1-9B2)と高く（動力は9Aでよく、先の「放風」と比較して3A0-3A1）、動力が節約できることにもなるのである。

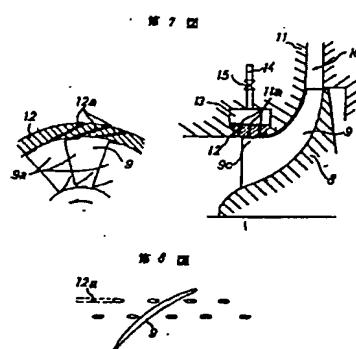
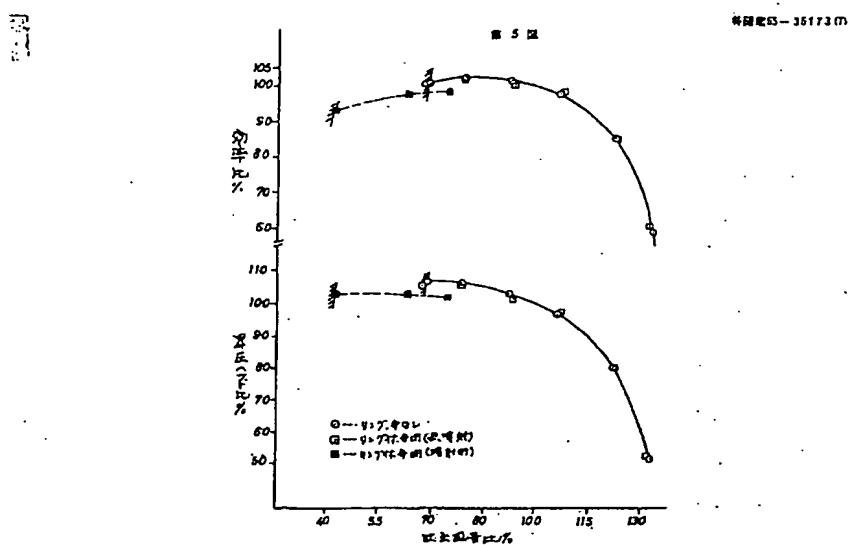
本発明によつて、従来の技術的困難でもつたサーチャージングの拡大と当該段の最大効率の低下という相反する關係を解消でき、その最高効率の低下なしにサーチャージングを拡大し、圧縮機の運転流量範囲の拡大により、広範な需要分野に対応できる圧縮機の提供が可能となるのである。

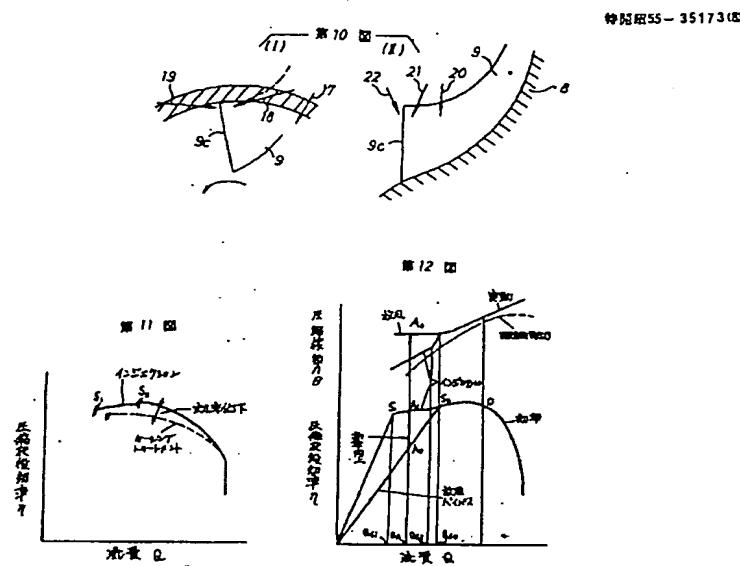
また本発明方法の他の長所として、先の「バイパス」で比較したようにバイパス弁や放風弁の省略化、小量化が挙げられる。即ち「放風」「バイパス」では弁を通る流量は必ず9B0-9Aであるに比して、サーチャージング拡大によつてこれらは不

(12A)一噴出孔、図一ヘッダー直ぐプレナム、9A一導管、図一開閉弁。

特許出願人 株式会社神戸製鋼所  
代理人弁理士 安田敏雄







手 挑 榆 叶 菜 (白 榆)

昭和五〇年九月一日

中華人民共和國

## 道心压縮機かよび

## サーヴィーサン法大方法及び結果

代理人：王利军/0311-85071013地址：省会/0311-85314217

22

卷之三

論文の構成

1

## 7. 摂取の内容

#### （1）男爵家の特許請求の範囲を別紙の通り補正

四 刑事書第3頁6行目に「審査社」とあるを  
「監査社」と訂正す。

四〇 例題書第23頁2行目より20行目を以下の通り補正す。

「輸送圧縮機では回転輸送機列チップ部位より／または異間に噴射せることにより、異因上の不安定を低運転量液体エネルギーを付与し、低速性度を強めることによつて、その境界層の剥離を抑止し或は再付着を行なわせしめるのであるが、この場合、インデューナ部位における低運転量流れや剥離流を防ぎする為に充分なる大きさの運転量（流量×速度）が必要であり、高運転流の運動量 $\tau$ を上りその可使用仕事 $\tau_0$ を高める必要がある。即ち $\tau = \tau_0 \times \gamma$ （但し $\gamma$ は噴射量、 $\tau_0$ は噴射速度）において、インジエクションノズルの手筋のヘッド一貫率 $\eta$ における $\tau_0$ 、風量を $\tau_0$

それと、かとし、ランダムの出口側（インデューナチップ部）の圧力と速度をそれぞれ、 $\tau_1$ とするとき、 $\frac{p_1}{\rho_1} \geq \frac{A_1}{A_1 + 1}$  なら、噴出孔（12a）からの噴出速度は  $V = \sqrt{2gA_1} \tau_1$ （ $\tau_1$ における音速）、噴出量は  $Q = A_1 \cdot \frac{V_1}{\rho_1}$ （ $\tau_1$ における音速）、噴出孔面積は  $A_1 = \sqrt{\frac{p_1}{\rho_1}}$  である、従つて  $\tau_1$  と  $\tau_2$  とせる。

地方噴流のエネルギー  $E$  は  $E = \frac{1}{2} \cdot \frac{V_1^2}{\rho_1} + \frac{1}{2} \cdot \frac{V_2^2}{\rho_2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{V_3^2}{\rho_3}$  となる。従つてインジェクションリング（4）を開閉弁より下流に設置、高い  $\tau_1$  をへづ。

④ 例題書第10頁10行目に「 $A_{11}$ 」であるを「 $A_{11}$ 」と訂正す。

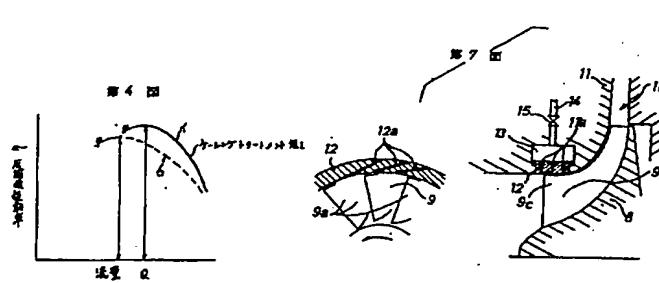
⑤ 同第10頁7～8行目に「（動力は  $A_{11} - B_{11}$ ）、」であるを「先の「放風」と比較して  $A_{11} - B_{11}$  だけ、」と訂正す。

⑥ 原書に添付図面中「第4図、第7図、第12図」を別紙の通り補正す。

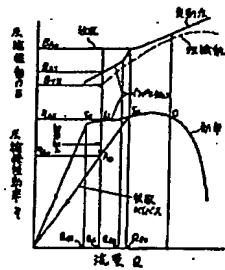
## 2. 特許請求の範囲

1. 圧縮機の運転点がサージ点直前または先端風量点近傍に到つた場合で、送心圧縮機では翼面のインデューナチップ部をより／または翼間に、輸送圧縮機では回転輸流翼列チップ部をより／または翼間に、高圧側の液体の一部を導入し、高圧度噴流にして噴射せしめることを特徴とする送心圧縮機および輸送圧縮機におけるサージマージン拡大方法。

2. ケーリング内壁のインデューナチップ部または回転輸流翼列のチップ部に対応する位置で、それらチップ部に近接して多孔板もしくは多孔実体からなる環状のインジェクションリングを設けるとともに、該インジェクションリング部に圧縮機の高圧側に通過する導管を開閉弁を介して開閉したことを特徴とする送心圧縮機および輸送圧縮機におけるサージマージン拡大方法。



第4図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**